

AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DE SOLO COM APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO APÓS SETE ANOS

JOÃO P. **DELGADO JUNIOR**¹; MANOEL D. **SOUZA**²; MEIRE C. S. **FERRARI**³;

RODRIGO S. **MARTINS**⁴

Nº 10404

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar alterações físicas do solo, em uma área que, desde 2003, possui o plantio de árvores nativas em 3 tratamentos distintos (NPK, 100 e 200 Mgha⁻¹ de lodo de esgoto). As análises realizadas foram: pH, carbono orgânico, argila dispersa em água, porosidade macro/micro, densidade do solo, capacidade de campo e textura. Os resultados demonstraram que as parcelas com aplicação inicial de lodo de esgoto (100 e 200 Mgha⁻¹) possuem condições favoráveis para manejo, estabilidade estrutural e menor grau de compactação do solo. Com relação a textura não foi observado variações significativa entre os 3 tratamentos e as profundidades.

ABSTRACT

The objective was to evaluate physical changes of soil in an area that has the planting of native trees in three different treatments (NPK, 100 and 200 Mgha⁻¹ of sewage sludge) since 2003. Analyses were carried out: pH, organic carbon, water dispersible clay, porosity macro / micro, bulk density, field capacity and texture. The results showed that plots with the initial application of sewage sludge (100 and 200 Mgha⁻¹) have favorable conditions for management, structural stability and less soil compaction. Regarding the texture was not observed significant variations between the three treatments and depths.

INTRODUÇÃO

O tratamento de esgoto é uma das soluções para a redução das doenças de origem hídrica, pois, neste caso, não ocorre o despejo de dejetos *in natura* nos corpos hídricos. As doenças de origem hídrica, por sua vez, são responsáveis por contabilizar enormes gastos ao poder público, principalmente nos países sub-desenvolvidos.

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna-SP.

✉ joaopd.jr@gmail.com

² Orientador: Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

³ Colaboradora, Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna-SP.

⁴ Colaborador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

Porém, a realidade brasileira, faz com que o tratamento de esgoto crie condições desfavoráveis a sociedade, por que dependendo a destinação do lodo de esgoto(material resultante do tratamento de esgoto, rico em matéria orgânica e nutrientes) poderá ser mais danosa a saúde populacional do que o não tratamento, devido a elevada concentração do material. Grande parte dos projetos de tratamento de esgoto no Brasil não contempla o destino final do lodo, por causa do alto custo, o qual pode atingir até 50% do orçamento operacional de um sistema de tratamento (BETTIOL & CAMARGO, 2000).

Entre as alternativas para a deposição do lodo, as mais convenientes são a utilização para fins agrícolas e florestais. Mas o material pode carregar, em sua composição, metais pesados e organismos patogênicos ao homem (BETTIOL & CAMARGO, 2000), necessitando-se assim, de controle rigoroso para fins alimentícios (no caso agrícola). Devido a estes fatores a utilização para fins florestais se torna mais apropriada.

Os atributos físicos de solo têm direta influência no crescimento das plantas e estudos aprofundados neste contexto se justificam para plantio florestal com aplicação de lodo de esgoto. Para definir os horizontes do solo, por exemplo, uma das premissas são as relações entre ar e água, onde se encontram a zona radicular. Também os processos de fertilidade do solo (químicos e biológicos) podem, de forma indireta, sofrer interferência pelas propriedades físicas do solo (TROEH & THOMPSON, 2007).

Portanto o presente trabalho objetiva a avaliação dos atributos físicos de solo com a aplicação de lodo de esgoto em uma área florestal, após 7 anos da sua aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram coletadas em uma antiga área degradada com cerca de 3 mil m² que, desde 2003, possui o plantio de espécies florestais nativas e esta localizada na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna – SP. Este plantio e as análises iniciais foram realizadas visando atender a demanda proposta no projeto “*Uso de lodo de esgoto em plantações florestais e na recuperação de áreas degradadas*” (SKORUPA, 2006). Para a realização deste plantio a área recebeu os seguintes tratamentos (NPK, (L1)100 Mgha⁻¹ de lodo de esgoto e (L2) 200 Mgha⁻¹ de lodo de esgoto) em 4 repetições (A, B, C, D) e o espaçamento utilizado entre plantas foi de 2 m x 2 m (figura 1). O lodo utilizado foi proveniente da ETE Jundiaí-SP, com 75% de umidade.

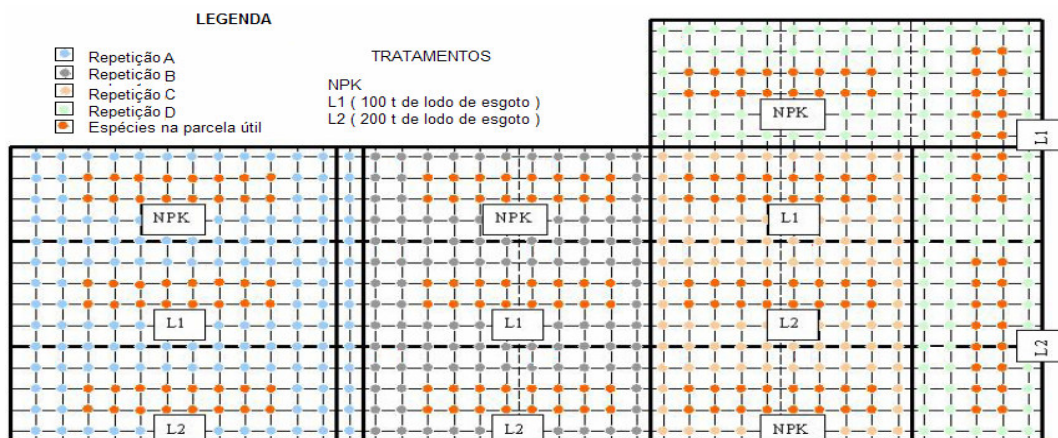


Figura 1: Área de estudo da área degradada localizada na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

Para a presente pesquisa, entre as espécies de plantas úteis de cada parcela, foram abertas trincheiras e coletadas 04 amostras na profundidade 0-10 cm e 04 amostras na profundidade 10-20 cm. A partir daí foram realizadas as análises de pH, carbono orgânico, argila dispersa em água, porosidade macro/micro, densidade do solo, capacidade de campo e textura.

Todas as análises foram realizadas conforme o *Manual de Métodos de Análises do Solo* (EMBRAPA, 1997), exceto a análise de carbono orgânico que foi realizada conforme Brunetto et. al (2006) pelo método de perda de peso por ignição (PPI). As análises de granulometria (textura) e argila dispersa em água foram realizadas pelo método da pipeta, pesando-se 10 g e 25 g de solo, respectivamente. As análises de densidade e porosidade macro/micro do solo foram realizadas com amostras de solo indeformadas coletadas em anéis de aço de h 4,4 cm x Ø4,8 cm, assim como, a análise de capacidade de campo a pressão de 0,1 bar em extrator de Richard. A análise de pH foi realizada com adição de 25mL água destilada a amostra de solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A argila é conhecida por ser um dos agentes cimentantes do solo e assim torna-se grande responsável pela estabilidade dos agregados do solo com pouca matéria orgânica (Baver et. al, 1972). Quando o solo apresenta uma alta taxa de dispersão da argila há decorrência de instabilidade estrutural e em problemas de manejo. Para Lal (1994) há evidência de pouca mobilidade e alta resistência do solo a dispersão quando os valores estão em torno de 4 % para argila dispersa em água. O tratamento com lodo de esgoto (100 Mgha^{-1}) apresenta essas características nas amostras a 10-20 cm, enquanto que o tratamento com lodo de esgoto (200 Mgha^{-1}) nas amostras de 0-

10 cm (figura 2). Nestes casos há uma boa condição para o manejo e condições favoráveis para estabilidade estrutural do solo.

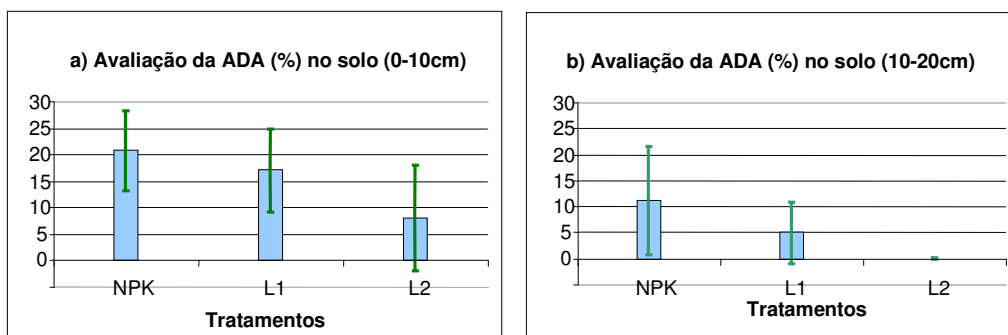


Figura 2: Avaliação da argila dispersa em água (%) nas profundidades 0-10cm (a) e 10-20 cm (b) do solo.

As características da matéria orgânica existente no solo estão atreladas ao conhecimento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Nelson & Sommers, (1982) apud Rheinheimer et al (2008) consideram, de modo geral, que a matéria orgânica do solo é representada por 58% de C orgânico. Assim uma das formas de estimar a quantidade de matéria orgânica do solo é a determinação do carbono orgânico total. A partir daí foram realizadas análises de carbono orgânico (figura 3).

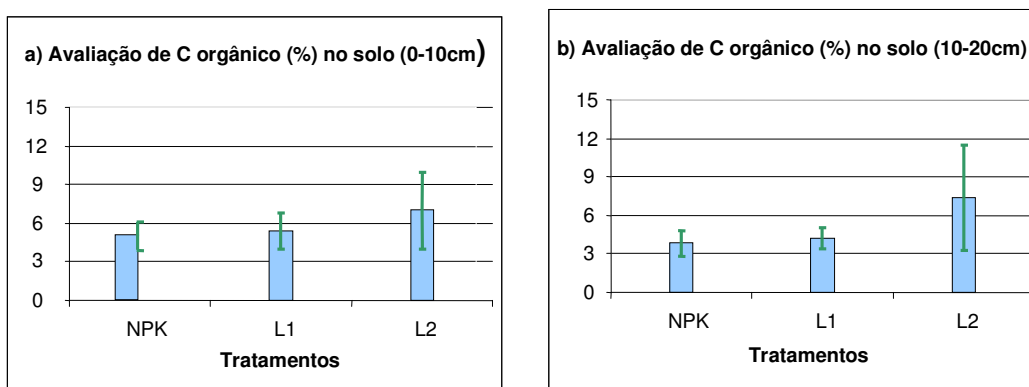


Figura 3: Avaliação do carbono orgânico (%) nas profundidades 0-10cm (a) e 10-20 cm (b) do solo.

Os resultados demonstram maior valor de carbono orgânico nos tratamentos com lodo (L1, L2), conseqüentemente aumentam o teores de matéria orgânica, enquanto que nos tratamentos com NPK os valores foram menores. Esta análise possui estreitas relações com a descrição feita por Bettiol & Camargo (2000) que resume o lodo de esgoto como um material rico em matéria orgânica.

Observa-se que as árvores nativas plantadas nas parcelas com tratamento de lodo de esgoto formaram uma estrutura de bosque o que dificulta a entrada de ervas daninhas, enquanto que nas parcelas com tratamento de NPK muitas plantas morreram e o crescimento de espécies invasoras fica aparente (figura 4). A matéria

orgânica nos tratamentos com lodo, neste caso, pode ter colaborado para o desenvolvimento dessas plantas, por que segundo Feigin et al. (1991) e Duarte et. al (2008), os efluentes secundários, de onde provem o lodo de esgoto, contêm altas concentrações de nitrogênio orgânico, o qual é susceptível a decomposição microbiana do solo que o transforma em compostos inorgânicos simples disponíveis às plantas, como a amônia e o nitrato.

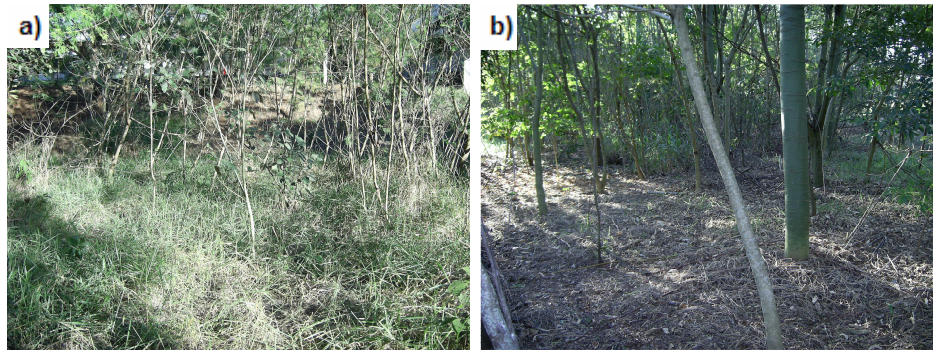


Figura 4 Área de estudo: a) tratamento com NPK; b) tratamento com lodo de esgoto (200 Mgha⁻¹).

Segundo Lal (1994) as mudanças na textura do solo, inicialmente podem ser observadas em períodos de 3 a 5 anos, por que o dinamismo dessas mudanças são muito lento, exceto, quando processos erosivos causam modificações na superfície do solo. Os resultados da análise de textura (granulométrica) não apresentou significativa diferença para nenhum dos tratamentos estudados e também esta variação não foi observada em diferentes profundidades (figura 5). Portanto, não se pode afirmar com propriedade que os tratamentos (NPK, L1 e L2) modificaram a textura do solo.

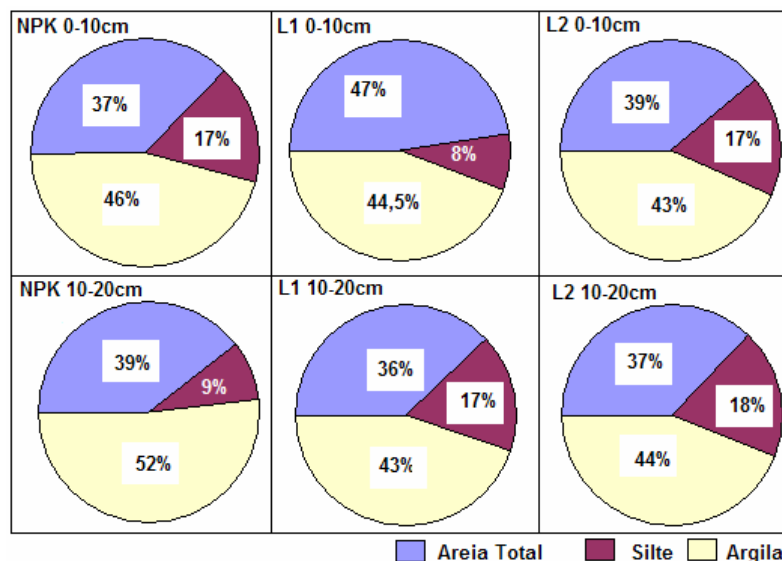


Figura 5: Analise da textura (areia total, silte e argila) (media dos resultados) para os tratamentos: NPK, L1 e L2, nas profundidades (0-10 cm) e (10-20cm).

As amostras de solo com tratamento com lodo de esgoto, conforme análises de pH, são mais ácidas que as amostras com tratamento de NPK, porém todas os tratamentos possuem solos ácidos (tabela 1).

Tabela 1 Análise de pH do solo nos tratamentos (NPK, L1, L2), profundidade 0-10cm e 10-20cm

Trat./prof.(cm)		ph
NPK	0-10	5,7
NPK	10.-20	5,8
L1(100 Mgha-1)	0-10	5,2
L1(100 Mgha-1)	10.-20	5,0
L2(200 Mgha-1)	0-10	4,6
L2(200 Mgha-1)	10.-20	4,0

Os resultados preliminares obtidos de densidade do solo, capacidade de campo e porosidade macro/micro foram comparados com resultados de análises anteriores realizadas no mesmo local antes da aplicação do lodo (2003) e após (2004) por Skorupa et. al (2006).

Segundo Skorupa et al (2006) fisicamente, solos com alta densidade ou dureza restringem ou limitam o crescimento das raízes. A avaliação da densidade, portanto, permite conhecer o grau de compactação solo. Então, há uma estreita relação desta avaliação com os benefícios/prejuízos encontrados quando há a aplicação de lodo de esgoto nos solos.

Observa-se na figura 6 (d) e 7 (d) que nos tratamentos com aplicação de lodo de esgoto (200 Mgha⁻¹) houve redução da densidade do solo, tanto para 0-10cm quanto 10-20cm de profundidade. Esta tendência também foi observada, porém em menor intensidade, para as áreas com aplicação de lodo de esgoto (100 Mgha⁻¹). O mesmo não foi observado para as áreas com aplicação de NPK. Portanto, após 7 anos, o solo com aplicação de lodo em maiores quantidades possui menor grau de compactação e é considerado melhor para o desenvolvimento da zona radicular das plantas.

A porosidade é uma propriedade importante que deve ser analisada na avaliação da qualidade física do solo. Segundo Baver et al. (1972) apud Martins et al. (2002), valores críticos de porosidade macro estão abaixo dos valores compreendidos entre 16 a 10% . Os resultados apresentados possuem valores acima de 20% para a profundidade de 0-10cm em todos os tratamentos e valores entre 10 a 25% para a profundidade de 10-20cm em todos os tratamentos. Ainda, em maiores profundidades (10-20cm) a porosidade macro aumentou para as áreas com aplicação de lodo de esgoto (2003/10), estando assim, fora dos valores compreendidos como críticos. (figura 6 e 7).

Com relação à porosidade micro, houve aumento para o tratamento com (NPK - 10-20cm). As variações de capacidade de campo (0,1bar) apresentaram-se de forma irregular para todos os tratamentos.

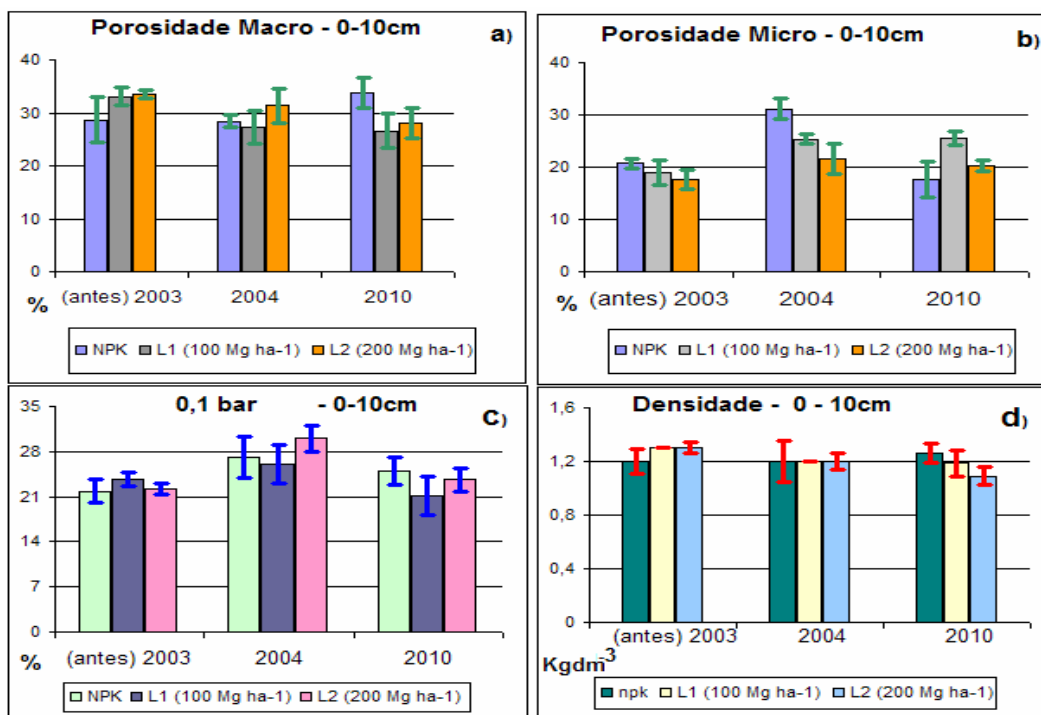


Figura 6 Comparação dos resultados de porosidade macro/micro, densidade e capacidade de campo 0,1 bar , antes dos tratamentos(2003) e em 2004(SKORUPA et al, 2006) e resultados preliminares obtidos em 2010, na profundidade de **0-10cm**.

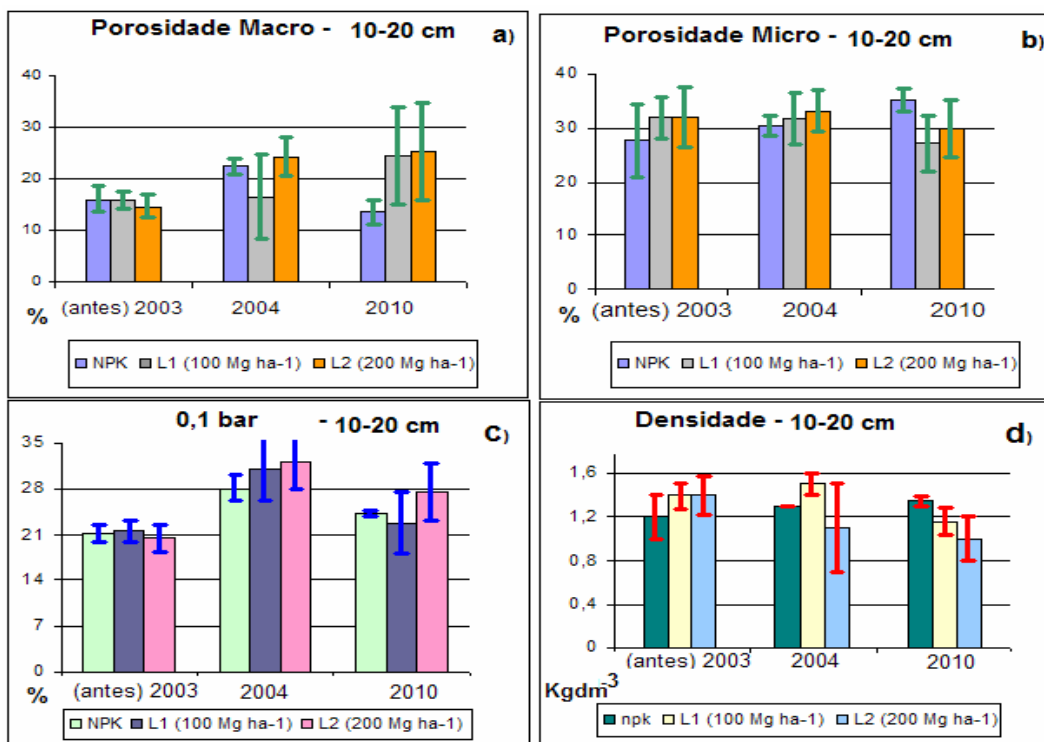


Figura 7 Comparação dos resultados de porosidade macro/micro, densidade e capacidade de campo 0,1 bar , antes dos tratamentos(2003) e em 2004(SKORUPA et al, 2006) e resultados preliminares obtidos em 2010, na profundidade de **10-20cm**.

CONCLUSÃO

As parcelas com aplicação inicial de lodo de esgoto (100 e 200 Mg_{ha}⁻¹) apresentaram condições físicas favoráveis para manejo, estabilidade estrutural e um menor grau de compactação no solo quando comparadas com as parcelas com aplicação inicial de NPK.

REFERENCIAS

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. Soil structure: classification and genesis. In: Baver, L.D.; Gardner, W.H. & Gardner, W.R. **Soil Physics**. New York, John Wiley. p.130-177. 1972.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. (ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto** Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2000

BRUNETTO, G., MELO, G.W., KAMINSKI, J., FURLANETTO, V., FIALHO, F.B. Avaliação do método de perda de peso por ignição na análise de matéria orgânica em solos da serra gaúcha do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria-RS, v.36, n.6, p.1936-1939, nov/dez 2006

DUARTE, A.S.; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A.; SOARES, T. M. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental** v.12 n.3 Campina Grande-PB, mai/jun 2008

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas do Solo. **Manual de métodos de análises do solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection**. 233 p. Berlin: Springer-Verlag, 1991.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M Avaliação de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférrico sob diferentes povoamentos florestais **Cerne**. Lavras-MG. v.1. p. 32-42 , 2002

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. *Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties*. Part 2. Madison, Soil Science Society of America, 1982. p.539-579 apud RHEINHEIMER, D. S., CAMPOS, B.H., GIACOMINI, S.J., CONCEIÇÃO, P.C., BORTOLUZZI, E. C. Nota - Comparação de métodos de determinação de Carbono orgânico total no solo. **Revista brasileira de ciências do solo**, v.32, pág. 435-440. Viçosa, 2008

LAL, R. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. **SMSS Technical Monograph** n. 21. 1994, 78p., The Ohio State University. 1994

SKORUPA, L.A. (coordenador) **Uso de lodo de esgoto em plantações florestais e na recuperação de áreas degradadas**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – Relatório Final, jul 2006

TROEH, F. R., THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. DOURADO NETO, D., DOURADO, M. N.(tradução) 6.ed. São Paulo: Andrei, 2007